

# **TOOL POSITION MEASURING DEVICE OF CONSTRUCTION MACHINE, YAW ANGLE DETECTING DEVICE, WORK MACHINE AUTOMATIC CONTROL DEVICE AND CALIBRATION DEVICE**

**Publication number:** JP2001159518 (A)

**Publication date:** 2001-06-12

**Inventor(s):** KAGEYAMA MASAHITO; MORI MASAYUKI

**Applicant(s):** KOMATSU MFG CO LTD

**Classification:**

- **international:** *E02F9/20; B25J19/02; G01C15/00; G01S5/14; E02F9/20; B25J19/02; G01C15/00; G01S5/14; (IPC1-7): G01C15/00; B25J19/02; E02F9/20; G01S5/14*

- **European:**

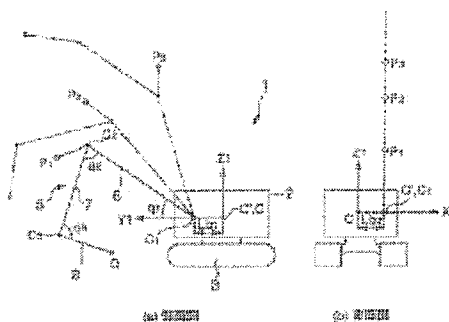
**Application number:** JP19990341301 19991130

**Priority number(s):** JP19990341301 19991130

## **Abstract of JP 2001159518 (A)**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To measure the position and the direction of a tool on the head of a work machine without turning a car body.

**SOLUTION:** This tool position measuring device of a construction machine measuring the position and the direction of the tool 8, based on signals from plural sensors 26, 27, 28 for detecting attitude of the work machine 5 and signals from three-dimensional position measuring devices 48, 49 installed on the work machine 5. The device is equipped with a turning detecting means for detecting whether the car body 2 turns or not, and a positioning controller 40 for measuring the three-dimensional positions of three or more plural points on a moving plane of the work machine, when the car body 2 does not turn and only the work machine 5 is driven, to thereby determine the moving plane of the work machine 5 based thereon, and by determining the three-dimensional positions of a base point C1 of a link mechanism 6, 7 of the work machine 5, based on attitude data of the work machine 5 on the points of time corresponding to each three-dimensional position, to thereby calculate the position and the direction of the tool 8.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

A576M7P

## Abridged Translation of JP-A-2001-159518

Laid-open date: June 12, 2001

Application Number: Hei-11-341301 (filing date: November 30, 1999)

Applicant: Komatsu MFG Co., Ltd. (Tokyo, Japan)

## Title of Invention

Tool-position measuring device of construction machine, yaw-angle detecting device, device for automatically controlling work machine and calibration machine

## Detailed Explanation of Invention

—※—※—※—※—※—※—※—※—※—

[0033]

As a link-angle sensor which detects the posture of the work machine 5, the rotating shaft of the base end of each link member is equipped with a boom angle sensor 26, an arm angle sensor 27, and a bucket angle sensor 28, respectively, and the angle signals q1, q2 and q3 from the respective sensors are outputted to the controller 30. The controller 30 also detects a signal r from a rotation sensor 22 which detects the turning angles of the body 2, and a signal m1, m2 from a pair of rotation sensors 23 which detect the number of rotations of the crawlers 4 on either side, respectively.

[0034]

The controller 30 is also received, as an operation-change switch, signals from an automatic drilling switch 34, a link-angle sensor existence switch 35, and a positioning controller existence switch 36. By changing the automatic drilling switch 34, it is possible on the basis of the signals q1, q2 and q3 from the link-angle sensors 26, 27 and 28 to drive the work machine 5, supervising the posture of the work machine 5, and a level drilling drive, a slope drilling drive, etc. which are straight excavation can be chosen. It is also possible to memorize the change of the manipulating signals f1, f2 and f3 of the control lever 33 in a storage parts 31 of the controller 30, and the

drive (teaching playback) based on the memorized signals can also be chosen.

—※—※—※—※—※—※—※—※—※—

[0045]

The positioning controller 40 can also send a command on target route, a command on target position, etc. to the controller 30 by the input to GUI 45 by an operator.

[0046]

For example, when the target position command is sent, the controller 30 calculates a target angle of each axis of the link, by means of the coordinates X1, Y1, Z1, C of the body 2, and a GPS position P, and it outputs driving-command current to the proportional control valve 11 so that each axis may move to the angle. The position and direction of the body 2 at the time in which the moving instructions is carried out, may be based on presumption. In this case, the position and direction of the body are renewed by the coordinates X1, Y1, Z1, C newly sent from the positioning controller 40 during the movement, with shifting of the arm 7 and the boom 6, or the revolution of the body 2, and the target angle of each axis in the target position is also calculated again. During the movement, the target angle of each axis of the link is renewed and the axis arrives at the target position, using the most reliable position and direction of the body 2. The flag which shows the movement speed and the movement way is also contained in the target position command. In the movement way, there are two cases, where one is the straight movement by each axial composition in the rectangular coordinate system mentioned above, and the other is the approaching of each axis to the target angle separately.

—※—※—※—※—※—※—※—※—※—

[0079]

In addition, although this embodiment shows the case where the GPS antenna 49 is attached to the arm 7, it is the same if it is attached to the boom 6 or to the bucket 8. And the tilt sensor using gravity may be sufficient as an angle sensor. In this case, the angle

between the links can be gotten from the difference of the sensor signals on the tilt-angle of the front and rear links. Moreover, a length sensor which detects the stroke of an oil-hydraulic cylinder may be used. Furthermore, instead of the GPS, a robotic total station or other three-dimensional position measuring devices may be used.

—\*—\*—\*—\*—\*—\*—\*—\*—\*—

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-159518

(P2001-159518A)

(43) 公開日 平成13年6月12日 (2001.6.12)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 1 C 15/00		G 0 1 C 15/00	A 2 D 0 0 3
B 2 5 J 19/02		B 2 5 J 19/02	3 F 0 5 9
E 0 2 F 9/20		E 0 2 F 9/20	5 J 0 6 2
G 0 1 S 5/14		G 0 1 S 5/14	

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-341301

(22) 出願日 平成11年11月30日 (1999. 11. 30)

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 影山 雅人

神奈川県川崎市川崎区中瀬3-20-1 株式会社小松製作所システム開発センタ内

(72) 発明者 森 眞幸

神奈川県川崎市川崎区中瀬3-20-1 株式会社小松製作所システム開発センタ内

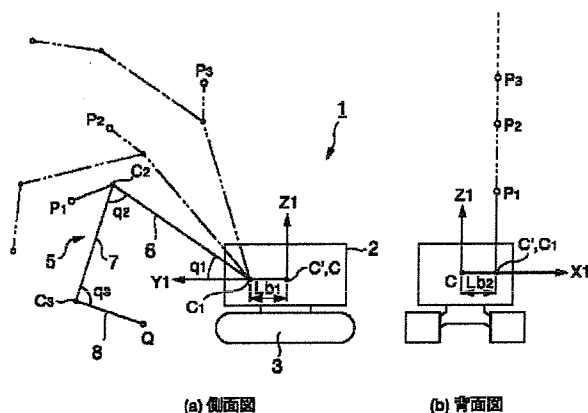
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 建設機械のツール位置計測装置、ヨー角検出装置、作業機自動制御装置及び校正装置

(57) 【要約】

【課題】 車体を旋回すること無く、作業機先端のツールの位置及び方向を計測する。

【解決手段】 作業機5の姿勢を検出する複数のセンサ26, 27, 28からの信号及び作業機5に設けられた3次元位置計測装置48, 49からの信号に基づいて、ツール8の位置及び方向を計測する建設機械のツール位置計測装置において、車体2の旋回の有無を検出する旋回検出手段と、車体2が旋回せず作業機5のみが駆動されたときに、作業機移動平面上の3つ以上の複数の点の3次元位置を計測し、これに基づいて作業機5の移動平面を求めると共に、各3次元位置に対応した時点での作業機5の姿勢データに基づいて作業機5のリンク機構6, 7の基点C1の3次元位置を求めることにより、ツール8の位置及び方向を算出する測位コントローラ40とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動自在な下部走行体(3)と、下部走行体(3)上に旋回自在に設けられた車体(2)と、車体(2)に設けられ複数のリンク機構(6,7)により平面上を移動する作業用のツール(8)を駆動する作業機(5)とを有する建設機械(1)に搭載され、作業機(5)の姿勢を検出する複数のセンサ(26,27,28)からの信号及び作業機(5)に設けられた3次元位置計測装置(48,49)からの信号に基づいて、ツール(8)の位置及び方向を計測するツール位置計測装置において、

車体(2)の旋回の有無を検出する旋回検出手段と、旋回検出手段の検出信号に基づいて車体(2)の旋回なしと判断し、かつリンク機構(6,7)により作業機(5)のみが駆動されたときに、作業機移動平面上の3つ以上の複数の点の3次元位置を3次元位置計測装置(48,49)により計測し、3つの点の3次元位置に基づいて作業機(5)の移動平面を求めると共に、各3次元位置に対応した時点での作業機(5)の姿勢データに基づいて作業機(5)のリンク機構(6,7)の基点(C1)の3次元位置を求めることにより、ツール(8)の位置及び方向を算出する測位コントローラ(40)とを備えたことを特徴とする建設機械のツール位置計測装置。

【請求項2】 請求項1記載の建設機械のツール位置計測装置において、旋回検出手段は、3つの点の3次元位置がほぼ同一平面上にあり、かつこの平面が車体(2)の旋回軸とほぼ平行であるとき、車体(2)の旋回が無しと判定することを特徴とする建設機械のツール位置計測装置。

【請求項3】 移動自在な下部走行体(3)と、下部走行体(3)上に旋回自在に設けられた車体(2)と、車体(2)に設けられ複数のリンク機構(6,7)により移動する作業用のツール(8)を駆動する作業機(5)とを有する建設機械(1)に搭載され、作業機(5)の姿勢を検出する複数のセンサ(26,27,28)からの信号及び作業機(5)に設けられた3次元位置計測装置(48,49)からの信号に基づいて、ツール(8)の位置及び方向を計測するツール位置計測装置において、車体(2)の旋回の有無を検出する旋回検出手段と、旋回検出手段の検出信号に基づいて車体(2)の旋回ありと判断し、かつリンク機構(6,7)により作業機(5)が駆動されたときに、3つ以上の複数の点の3次元位置を3次元位置計測装置(48,49)により計測し、計測した3つの点の3次元位置、及び各3次元位置に対応した時点での作業機(5)の姿勢データに基づいて旋回軸(Z1)上の一点との距離を求め、その3次元位置を求めることにより、ツール(8)の位置及び方向を算出する測位コントローラ(40)とを備えたことを特徴とする建設機械のツール位置計測装置。

【請求項4】 請求項3記載の建設機械のツール位置計測装置において、

測位コントローラ(40)は、車体(2)が旋回せず作業機(5)のみが駆動したときの旋回軸方向(Z1)を求めて記憶手段(41)に記憶し、この記憶した旋回軸方向(Z1)を用いて前記ツール(8)の位置及び方向の演算を行うことを特徴とする建設機械のツール位置計測装置。

【請求項5】 左右1対のクローラ(4)または左右2対のタイヤを備えた移動自在な下部走行体(3)と、下部走行体(3)上に旋回自在に設けられた車体(2)と、車体(2)に設けられ複数のリンク機構(6,7)により平面上を移動する作業用のツール(8)を駆動する作業機(5)とを有する建設機械(1)に搭載され、車体(2)のヨー角を検出する車体(2)のヨー角検出装置において、左右のクローラ(4)またはタイヤのそれぞれの回転数を検出する回転数検出手段(23,23)と、車体(2)または作業機(5)のいずれか一方に設けられた3次元位置計測装置(48,49)と、車体(2)の旋回を検出する旋回検出手段(22)と、回転数検出手段(23,23)に基づいて、クローラ(4)またはタイヤが停止中と判断したときは、車体(2)の旋回または作業機(5)の駆動による3つの点の3次元位置より車体(2)のヨー角を算出し、クローラ(4)またはタイヤが回転中と判断したときは、回転数検出手段(23,23)からの信号及び旋回検出手段(22)からの信号によりヨーイング方向の相対方向変化量を求め、車体(2)のヨー角を算出する測位コントローラ(40)とを備えたことを特徴とする建設機械のヨー角検出装置。

【請求項6】 移動自在な下部走行体(3)と、下部走行体(3)上に旋回自在に設けられた車体(2)と、車体(2)に設けられ複数のリンク機構(6,7)により平面上を移動する作業用のツール(8)を駆動する作業機(5)とを有する建設機械(1)に搭載され、作業機(5)の姿勢を検出する複数のセンサ(26,27,28)からの信号と、車体(2)または作業機(5)のいずれか一方に設けられた3次元位置計測装置(48,49)からの信号と、ツール(8)の目標位置を指示する指示装置(45)からの信号とに基づいて、目標指令信号を作成しツール(8)を移動させる作業機自動制御装置において、ツール(8)の目標位置への移動によって得られる3つの点の3次元位置より、ツール(8)の位置を求めて更新すると共に、更新されたツール(8)の位置に基づき目標指令信号を更新する測位コントローラ(40)とを備えたことを特徴とする建設機械の作業機自動制御装置。

【請求項7】 2つ以上のリンク部材(6,7,8)を有する作業機(5)の各回転角度を検出する角度センサ(26,27,28)の校正装置において、作業機(5)の先端に設けられた3次元位置計測装置(48,49)と、各リンク部材(6,7,8)を単独で駆動したときの、回転円弧上の3点の3次元位置に基づいて各回転中心位置(C1,C2,C3)を求め、求めた中心位置(C1,C2,C3)と各回転円弧

上の任意の点の3次元位置とから各リンク部材(6,7,8)の回転角度を求め、この各リンク部材(6,7,8)の回転角度と各点の3次元位置計測時点での角度センサ(26,27,28)からの回転角度信号との関係を算出する演算手段(40)とを備えたことを特徴とする校正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、建設機械のツール位置計測装置、ヨー角検出装置、作業機自動制御装置及び校正装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年におけるGPSを初めとする位置計測装置の高性能化と低価格化による普及は著しい。建設機械の土木作業に、このような3次元位置計測装置を用いて効率化を図る技術には、例えば、特許登録第2523005号公報がある。これには、3次元位置検出装置を備えた建設機械において、現在の地形データと目標の地形データとを記憶し、その偏差に基づいて建設機械を制御する技術と、現在の建設機械の位置、バケットの位置データによって現在の地形データを更新する技術とが示されている。

【0003】ブルドーザなどでは、特開平7-180107号公報に見られるように、現在のブレードの位置を求め、ブレードの高さを3次元目標地形にあわせて制御する方法がある。例えば、ブレードの2ヶ所にGPSアンテナを取り付けることによって、ブレードの位置及び方向が判定することができる。この場合、単にその位置の高さに合うようにブレードの高さを微細制御すればよい。

【0004】油圧ショベルの場合は、作業機を保持する機構がより複雑なため、バケットなどのツールの位置の計測は容易ではない。図8(a)は、特表平9-500700号公報に記載された例である。油圧ショベル71aは、車体72aと、車体72aの前部に設けられリンク機構によりバケット78aを駆動する作業機75aと、車体72aの下方に旋回自在に設けられた下部走行体73aとを有している。GPSアンテナ79aを、車体72aの旋回中心軸から離れた車体72aの上面後部に設置し、車体72aが旋回するときに得られる旋回弧上の複数の位置座標から旋回中心軸の位置及び方向を求め、作業機75aのリンク機構に設けられたセンサからの信号を加味して、バケット78aの位置を計算する方法が開示されている。

【0005】GPSは、衛星からの電波を受信して位置を計測しているので、障害物を回避するため、受信用のアンテナは高い所にある方がよい。また、精度が要求される計測点はバケットの位置であり、受信用のアンテナはバケットに近い点が望ましい。この点を改良したものとして、図8(b)に示す米国特許第5,404,661号がある。これは、油圧ショベル71bの作業機75

bのアーム77bにGPSアンテナ79bを設け、車体72bが旋回するときに得られる旋回弧上の複数の位置座標から旋回中心軸の位置及び方向を求め、作業機75bのリンク機構に設けられたセンサからの信号を加味して、バケット78bの位置を求める装置である。

【0006】上記方法によって、車体の位置及び方向が得られ、バケットの位置を計測することが出来る。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特表平9-500700号、米国特許第5,404,661号とも、車体72a、72bの旋回によって得られる複数の点を利用するので、位置を計測するために必ず車体を旋回する必要がある。油圧ショベルの作業は、移動後に必ずしも車体を旋回させるとは限らない。

【0008】例えば、上下水道、ガスなどの管工事の場合、油圧ショベルは掘削する溝をまたぐような形で配置され、ある位置から可能な掘削が終わると、溝に沿って移動し、掘削を再開する。このとき、移動のあと車体を旋回する必要はなく、直ちに掘削に取りかけられる。油圧ショベルは、掘削のバランスを取るため、車体の後部にカウンタウエイトを取りつけてあり、中型機以上の機種では、このカウンタウエイトが車両幅より大きくなるのが普通である。このカウンタウエイトは油圧ショベルのオペレータの後方にあるため、車両移動後の通常作業では不必要な車体の旋回動作により、カウンタウエイト部を作業現場の電柱や側壁等に衝突させてしまう虞がある。

【0009】さらに、米国特許第5,404,661号では、車両の位置を計測するのに車体の旋回による円弧状の点を必要とするため、位置計測のためには、作業機を固定したまま車体を旋回する必要がある。油圧ショベルが、車体を旋回させる一般的な作業として積み込み作業がある。(掘削→旋回→積み込み→旋回)を繰り返す作業であるが、一般的にはこの時、作業機と旋回とを同時に駆動させ、サイクルタイムの短縮を図る。つまり、地面を掘削するため低い位置にあるバケットを掘削終了後トラックの荷台の高さまで持ち上げながら、同時に車体を旋回させる。バケットを持ち上げた後、車体を旋回させると、サイクルタイムの短縮が図れず生産性が下がるため通常は用いられない。

【0010】これらの問題を解決するため、2つのGPSアンテナを車体に取り付ける方法も考案されているが、構成が複雑になるうえ費用的面で欠点が生ずる。

【0011】また、このような油圧ショベルの位置計測装置には、各作業機に取り付けた角度センサ(検出方法によっては傾斜センサや位置センサでもよい)の精度と、リンク機構の回転中心間の距離の精度とが重要となる。さらには、工場においてセンサ類を指定した場所に指定精度で取り付けただけではなく、このような位置計測装置は必要に応じて取り外し、他の機械に取り付ける

場合もある。(油圧ショベルは汎用機械であり、測量を必要とする精密な作業も、単に土山を移動するだけの作業も実施する。)

【0012】このように、位置計測装置を他の機械に取り付ける際、位置計測の精度に大きく影響するセンサの取り付け精度の確保は容易ではない。また、センサの直線性などの精度の良いものはコスト面で問題となる。

【0013】本発明は、上記の課題の少なくとも1つを解決する建設機械のツール位置計測装置またはヨー角検出装置または作業機自動制御装置または校正装置を提供することを目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段、作用及び効果】上記の目的を達成するために、第1の発明は、移動自在な下部走行体と、下部走行体上に旋回自在に設けられた車体と、車体に設けられ複数のリンク機構により平面上を移動する作業用のツールを駆動する作業機とを有する建設機械に搭載され、作業機の姿勢を検出する複数のセンサからの信号及び作業機に設けられた3次元位置計測装置からの信号に基づいて、ツールの位置及び方向を計測するツール位置計測装置において、車体の旋回の有無を検出する旋回検出手段と、旋回検出手段の検出信号に基づいて車体の旋回なしと判断し、かつリンク機構により作業機のみが駆動されたときに、作業機移動平面上の3つ以上の複数点の3次元位置を3次元位置計測装置により計測し、3つの点の3次元位置に基づいて作業機の移動平面を求めると共に、各3次元位置に対応した時点での作業機の姿勢データに基づいて作業機のリンク機構の基点の3次元位置を求めることにより、ツールの位置及び方向を算出する測位コントローラとを備えたことを特徴としている。

【0015】第1の発明によると、車体の旋回動作をすることなく、作業機の駆動のみにより得られる作業機リンクの所定点の3ヶ所の3次元位置より、ツールの位置及び方向を算出している。これにより、位置及び方向を求めるためだけの旋回動作(作業を行うのに不要な動き)が不要となり、通常の作業駆動により車体やバケットの位置及び方向を求めることができる。したがって、作業効率を向上することができると共に、作業の安全性をより向上できる。

【0016】第2の発明は、第1の発明において、旋回検出手段は、3つの点の3次元位置がほぼ同一平面上にあり、かつこの平面が車体の旋回軸とほぼ平行であるとき、車体の旋回が無しと判定することを特徴としている。

【0017】第2の発明によると、3つの点の3次元位置より車体の旋回の有無を検出している。これにより、車体の旋回の有無を検出する旋回検出センサが不要となる。

【0018】第3の発明は、移動自在な下部走行体と、

下部走行体上に旋回自在に設けられた車体と、車体に設けられ複数のリンク機構により移動する作業用のツールを駆動する作業機とを有する建設機械に搭載され、作業機の姿勢を検出する複数のセンサからの信号及び作業機に設けられた3次元位置計測装置からの信号に基づいて、ツールの位置及び方向を計測するツール位置計測装置において、車体の旋回の有無を検出する旋回検出手段と、旋回検出手段の検出信号に基づいて車体の旋回ありと判断し、かつリンク機構により作業機が駆動されたときに、3つ以上の複数の点の3次元位置を3次元位置計測装置により計測し、計測した3つの点の3次元位置、及び各3次元位置に対応した時点での作業機の姿勢データに基づいて旋回軸上の一点との距離を求め、その3次元位置を求めることにより、ツールの位置及び方向を算出する測位コントローラとを備えたことを特徴としている。

【0019】第3の発明によると、車体が旋回中でかつ作業機が駆動しているときに得られる作業機リンクの所定点の3ヶ所の3次元位置より、ツールの位置及び方向を算出している。これにより、位置及び方向を求めるためだけの作業機を固定しての旋回動作(作業を行うのに不要な動き)が不要となり、通常の作業駆動により車体やバケットの位置及び方向を求めることができる。したがって、作業効率を向上することができると共に、作業の安全性をより向上できる。

【0020】第4の発明は、第3の発明において、測位コントローラは、車体が旋回せず作業機のみが駆動したときの旋回軸方向を求めて記憶手段に記憶し、この記憶した旋回軸方向を用いて前記ツールの位置及び方向の演算を行うことを特徴としている。

【0021】第4の発明によると、現在記憶している旋回軸の方向をツールの位置及び方向の演算に使用している。これにより、作業機の移動量が小さく精度が期待できない場合でも、十分な精度を持った、ツールの位置及び方向が算出できる。

【0022】第5の発明は、左右1対のクローラまたは左右2対のタイヤを備えた移動自在な下部走行体と、下部走行体上に旋回自在に設けられた車体と、車体に設けられ複数のリンク機構により平面上を移動する作業用のツールを駆動する作業機とを有する建設機械に搭載され、車体のヨー角を検出する車体のヨー角検出装置において、左右のクローラまたはタイヤのそれぞれの回転数を検出する回転数検出手段と、車体または作業機のいずれか一方に設けられた3次元位置計測装置と、車体の旋回を検出する旋回検出手段と、回転数検出手段に基づいて、クローラまたはタイヤが停止中と判断したときは、車体の旋回または作業機の駆動による3つの点の3次元位置より車体のヨー角を算出し、クローラまたはタイヤが回転中と判断したときは、回転数検出手段からの信号及び旋回検出手段からの信号によりヨーイング方向の相



対方向変化量を求め、車体のヨー角を算出する測位コントローラとを備えたことを特徴としている。

【0023】請求項5に記載の発明によると、走行していないときは、車体の旋回または作業機の駆動による作業機リンクの所定点の3ヵ所の3次元位置より車体のヨー角を算出し、走行中は、推測航法によりヨー角の変化量を算出しヨー角を求めている。これにより、旋回動作や作業機の動作がなくても、3次元位置計測装置と推測航法のヨー角より、走行直後からツールの位置を示すことができる。よって、操作性を向上できると共に、制御精度を向上できる。

【0024】請求項6に記載の発明は、移動自在な下部走行体と、下部走行体上に旋回自在に設けられた車体と、車体に設けられ複数のリンク機構により平面上を移動する作業用のツールを駆動する作業機とを有する建設機械に搭載され、作業機の姿勢を検出する複数のセンサからの信号と、車体または作業機のいずれか一方に設けられた3次元位置計測装置からの信号と、ツールの目標位置を指示する指示装置からの信号とに基づいて、目標指令信号を作成しツールを移動させる作業機自動制御装置において、ツールの目標位置への移動によって得られる3つの点の3次元位置より、ツールの位置を求めて更新すると共に、更新されたツールの位置に基づき目標指令信号を更新する測位コントローラとを備えたことを特徴としている。

【0025】請求項6に記載の発明によると、ツールの目標位置への移動を指令する目標指令信号に対して、ツールの移動に伴う作業機リンクの所定点の3ヵ所の3次元位置より車体自身の位置及びヨー角を更新して、これに基づき目標指令信号を更新している。これにより、移動直後等の理由で車体の位置やヨー角が推定値である場合においても、車体の位置やヨー角を求めるために、作業機や車体を動かすといった無駄な動作をすることなく、目標位置への移動動作により目標指令値が随時更新され、常に精度よく目標位置に到達することが可能となる。

【0026】請求項7に記載の発明は、2つ以上のリンク部材を有する作業機の各回転角度を検出する角度センサの校正装置において、作業機の先端に設けられた3次元位置計測装置と、各リンク部材を単独で駆動したときの、回転円弧上の3点の3次元位置に基づいて各回転中心位置を求め、求めた中心位置と各回転円弧上の任意の点の3次元位置とから各リンク部材の回転角度を求め、この各リンク部材の回転角度と各点の3次元位置計測時点での角度センサからの回転角度信号との関係性を算出する演算手段とを備えたことを特徴としている。

【0027】請求項7に記載の発明によると、リンク部材を順番に単独で駆動させることによって、複雑な校正作業を簡単に行なうことができる。センサを使用して作業機を制御するときには、この計測による角度値と角度

センサ入力値との対応関係を用いて角度センサ入力値に応じた回転角度を求めて作業機を制御すればよい。これによって、取り付け精度を気にせずにセンサを取り付けることができるので取付作業が容易となり、また、直線性の悪いセンサでも精度良く使うことができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明に係る実施形態について詳細に説明する。なお、以下においては、建設機械として油圧ショベルを例にとりて説明するが、クレーン等の建設機械に適用することも可能である。図1は、本発明を適用する油圧ショベルの側面図である。油圧ショベル1は、車体2と、車体2の前部に設けられた作業機5と、車体2の下方に設けられた下部走行体3とを有している。

【0029】作業機5は、リンク部材として車体2前部に基端部を回転自在に装着されたブーム6と、ブーム6の先端部に基端部を回転自在に装着されたアーム7とを有しており、作業用のツールとしてバケット8がその基端部をアーム7の先端部に回転自在に装着されている。作業機5はさらに、車体2とブーム6との間に装着されたブームシリンダ16と、ブーム6とアーム7との間に装着されたアームシリンダ17と、アーム7とバケット8との間に装着されたバケットシリンダ18とを有しており、これら油圧シリンダ16、17、18の伸縮駆動により作業機5は駆動される。

【0030】車体2は、下部走行体3に対して旋回自在に装着されており、旋回油圧モータ12により旋回駆動される。下部走行体3は、左右一対のクローラ4を有しており、走行油圧モータ13の駆動によりクローラ4を回転させて進行し、左右のクローラの回転速度差により進行方向を変えることが可能である。アーム7の基端部上面には、GPS測量機のアンテナ49が装着されている。

【0031】図2は、本実施形態のブロック構成図である。

【0032】コントローラ30は、操作レバー33からの指令に従って比例制御弁11への制御電流を出力することにより、油圧アクチュエータ12、13、16、17、18を駆動制御し、これにより操作レバー33の操作量に応じて、作業機5が駆動し、車体2が旋回し、クローラ4による走行を行うことができる。操作レバー33としては、作業機及び旋回用の操作レバー33aと走行用の操作レバー33bとがあり、ブーム用信号、アーム用信号、バケット用信号、旋回用信号、右クローラ用信号、左クローラ用信号としてそれぞれ、f1、f2、f3、f4、f5、f6の信号を出力している。

【0033】作業機5の姿勢を検出するリンク角度センサとして、各リンク部材の基端部の回転軸にそれぞれブーム角センサ26、アーム角センサ27、バケット角センサ28が装着され、それぞれからの角度信号q1、q

2、q3をコントローラ30に出力している。またコントローラ30は、車体2の旋回角度を検出する回転センサ22からの信号r及び、左右のクローラ4の回転数をそれぞれ検出する一対の回転センサ23からの信号m1、m2も検出している。

【0034】またコントローラ30は、操作切り替えスイッチとして、自動掘削スイッチ34、リンク角度センサ有無スイッチ35及び、測位コントローラ有無スイッチ36からの信号も入力している。自動掘削スイッチ34を切り替えることにより、リンク角度センサ26、27、28からの信号q1、q2、q3に基づき、作業機5の姿勢を監視しながら作業機5を駆動させることが可能となり、直線掘削である水平掘削駆動や法面掘削駆動等を選択することができる。また、操作レバー33の操作信号f1、f2、f3、f4の変化をコントローラ30の記憶部31に記憶して、記憶信号に基づく駆動（ティーチングプレイバック）を選択することもできる。

【0035】グラフィカルユーザインタフェース45（以降、GUI45と呼ぶ）は、液晶などによる表示機能と、タッチスイッチなどによる入力機能とを備え、測位コントローラ40に接続されている。地形マップや車両位置を同時に表示したり、オペレータへの指示を表示し、オペレータからの指示を入力することが可能である。

【0036】GPS測量機48は、汎地球測位システム（GPS）を用いた移動局側の測量機で、アンテナ49の3次元位置データPを測位コントローラ40に出力している。本実施形態では、移動体の位置を実時間で精度良く測位するため、RTK（Real Time Kinematic）方式のGPSを採用している。RTK方式は、搬送波位相を利用した相対測位（基準局から補正情報を受け取ることで誤差を取り除く方式）であるので、数cmという高い精度のリアルタイム測位が可能である。

【0037】リンク角度センサ有無スイッチ35及び測位コントローラ有無スイッチ36が共にオンのとき、油圧ショベル1は測位コントローラ40からの指示に従って駆動されるようになる。

【0038】測位コントローラ40は、記憶部41を有しており、建物の基礎工事における基礎図などの目標地形マップを記憶している。また、GPS測量機48及びコントローラ30からのデータに基づき、車体2とバケット8の現在位置及び方向をリアルタイムで計算し、目標地形マップと共にGUI45に表示する。この表示を参照することにより、建物の基礎工事において帳張りなしでの掘削作業を行なうことが可能となる。

【0039】また、測位コントローラ40は、オペレータがGUI45画面に表示された目標地形マップ上の一点を指示すると、その位置にバケット8の先端を移動させる指示をコントローラ30に送る。目標位置の3次元

座標を計算し、その位置での油圧ショベルの各軸の角度を求める。表示画面は2次元であるので、表示されている平面と垂直な方向の位置は、現在のバケット8の先端の位置座標Qとなる。

【0040】つぎに、測位コントローラ40を中心とした信号のやり取りについて説明する。

【0041】後述するリンク角度センサの校正作業時、測位コントローラ40からは、一定の周期（例えば、4Hz）で、GPS測量機48で測位した3次元位置P（GPS位置P）の位置データと、その位置データに対応するid番号（Pid）とをコントローラ30にシリアル通信で送信している。コントローラ30はそのPidを受信した時点でのリンク角度センサ26、27、28の値をPidと共に測位コントローラ40に送り返している。

【0042】位置データにPidを付けて位置データとリンク角度データとを対応付けることで、コントローラ30と測位コントローラ40との間の通信の遅れが回避できる。また、必要に応じてシリアル通信とは別に、位置を計測した時点を通知するパルス信号を送信してもよい。このようにすれば、コントローラ30が入力する角度センサ値と、測位コントローラ40が入力するGPS位置Pとの関連が、シリアル通信による遅れに左右されず、より正確な計測が行なえる。また、シリアル通信の代わりにパラレル通信によりデータ送信してもよい。測位コントローラ40からコントローラ30への通信遅れは、データ量を減らしPidだけを送ることでもある程度はカバーできる。

【0043】オペレータは、GUI45に作業機のタイプ（標準仕様、オフセットブーム仕様等）、位置計測装置のタイプ（GPS、トータルステーション等）、位置計測装置の取り付け位置（ブーム、アーム等）を入力する。位置計測装置の取り付け位置は、GPS位置フラグとしてコントローラ30に伝達される。ついで、GUI45の指示に従い、バケット8から順番に駆動操作を行なう。GUI45には、移動が必要な軸の方向と角度とが表示され、表示は随時更新される。測位コントローラ40では、後述する方法によって校正值の計算が行なわれ修正テーブルが作成される。すべての校正作業が終了した時点で、リンク角修正テーブルなどキャリブレーションデータがコントローラ30に伝達される。キャリブレーションデータは、測位コントローラ40が取り外された後もそのままコントローラ30にて利用される。

【0044】測位コントローラ40では、コントローラ30から送られるリンク角度センサ値と、操作レバー33の状態、GPS測量機48を用いて、現在の車体2の位置及び方向と、バケット8の位置及び方向を含む、作業機5の位置及び方向を後述の方法にて計算し、記憶部41に記憶されている目標地形マップと共にGUI45に表示する。自車両及び他車両で変更された、現在の地

形マップを同時に表示してもよい。さらに、詳細は後述する演算方法により求めた車体2の座標系 $X1$ ,  $Y1$ ,  $Z1$ ,  $C$ をコントローラ30に随時送信する。

【0045】また、オペレータのGUI45への入力によって、測位コントローラ40は目標経路指令や、目標位置指令等をコントローラ30に送ることもできる。

【0046】たとえば、目標位置指令が送られた場合、コントローラ30は車体2の座標系 $X1$ ,  $Y1$ ,  $Z1$ ,  $C$ と、GPS位置 $P$ とを使って、リンク各軸の目標角度を計算し、各軸がその角度に移動するように比例制御弁11に駆動指令電流を出力する。移動の指示を行なった時点で車体2の位置及び方向は、推定に基づいている場合もある。この場合、アーム7、ブーム6の移動や車体2の旋回に伴い、移動中測位コントローラ40から新たに送られてくる、車体2の座標系 $X1$ ,  $Y1$ ,  $Z1$ ,  $C$ または、GPS位置 $P$ によって、車体2の位置及び方向を更新し、目標位置での各軸の目標角度も再度計算する。移動中にリンク各軸の目標角度は更新され、もっとも確からしい車体2の位置及び方向を用いて目標位置に到達する。なお、目標位置指令には、移動速度と移動方法を示すフラグも含まれている。移動方法には、先に述べた直交座標系内で各軸合成で直線に移動する場合と、各軸ごと別々に目標角度に接近する場合との2通りがある。

【0047】また、目標高さ指令が送られた場合、バケット8を目標高さまでは自由に操作できるが、目標高さより低く操作しようとする、ブーム6を自動で制御しバケット8が目標高さと一致するように制御される。目標高さ指令の他に、目標地形データや目標移動範囲データを与える場合も同様に、バケット8の可動位置が自動的に制限され、軌跡が制御される。

【0048】リンク角度センサ26, 27, 28と測位コントローラ40とは任意に取り外し可能となっており、他の油圧ショベルで利用することができる。コントローラ30は、リンク角度センサの有無をリンク角度センサ有無スイッチ35からの信号で判定し、リンク角度センサがあるときには、リンク角度センサの断線などの異常検出を行ない、リンク角度センサがないときには、異常検出を行なわない。また、測位コントローラ40に対しても同様に、測位コントローラ有無スイッチ36からの信号で測位コントローラ40の有無を判定し、測位コントローラ40があるときには、測位コントローラ40の断線やGPS異常などの異常検出を行ない、測位コントローラ40がないときには、異常検出を行なわない。

【0049】工事現場での油圧ショベルの位置を計測する際、現場の座標系を計測する必要がある。このため、アンテナ49（ディファレンシャルデータ用SS無線のアンテナを有する場合もある）を残して、GPS測量機48を油圧ショベル1より取り外し、取り外したGPS

測量機48を、GPSアンテナが設けられた計測用ポール（図示せず）に設置し、現場の基準位置の計測を行う。

【0050】まず、高さ基準であるベンチマークの高さを計測し、ついで、例えば建物の基礎工事の場合の $X$ 、 $Y$ 方向の通り心の交点の水平面内での $X$ 、 $Y$ 座標値をGPS測量機48を用いて計測する。このデータを用いて、GPSで計測した絶対座標を現場の座標系に変換することができる。

【0051】続いて、図3を参照しながら、位置の計測の流れについて説明する。

【0052】まず、ステップS1に進み、初期においては、現場の座標系での車体2の方向 $\theta$ （以降、ヨー（Yaw）角と呼ぶ）は不明であるため、ヨー角 $\theta$ を不明を意味する999.999に設定する。つぎに、ステップS2に進み、GPS測量機48から位置データ $P$ を入力すると共に、コントローラ30から、リンク角度センサ26, 27, 28からの信号 $q1$ ,  $q2$ ,  $q3$ 、回転センサ22からの信号 $r$ 、回転センサ23からの信号 $m1$ ,  $m2$ 、及び操作レバー33からの信号 $f1$ ,  $f2$ ,  $f3$ ,  $f4$ を入力する。

【0053】つぎに、ステップS3に進み、クローラ4が停止しているか否かを判定する。回転センサ23の信号 $m1$ ,  $m2$ により判定してもよいし、ステップS2において走行用の操作レバー33bの信号 $f5$ ,  $f6$ を入力してこの信号値により判定してもよい。

【0054】停止中であれば、次のステップS4に進み、アンテナ位置 $P$ が停止中か否か、すなわち、作業機5及び車体2が共に停止中か否かを、作業機駆動検出手段及び旋回検出手段により判定する。作業機駆動検出手段としては、本実施形態においては、GPSアンテナ49をアーム7の基端部上面に装着しているため、バケット8の駆動ではアンテナ位置 $P$ は移動しないので、操作レバー信号であるブーム用操作信号 $f1$ 及びアーム用操作信号 $f2$ により判定すればよい。または、角度信号 $q1$ ,  $q2$ により判定してもよい。旋回検出手段としては、操作レバー信号である旋回用操作信号 $f4$ により判定すればよい。または、回転センサ22の信号 $r$ により判定してもよい。さらに、旋回に関しては、3つ以上の複数の3次元位置がほぼ同一平面上にあり、その平面が旋回軸とほぼ平行であるとき、車体2は旋回していないと判定してもよい。作業機5及び車体2が共に停止していればステップS2に戻り、そうでなければ、次のステップS5に進み、車体2が旋回しているか否かを判定する。

【0055】ステップS5において、旋回中でなければ次のステップS6に進み、後述する作業機5のみの駆動による位置計測の演算を実行し、車体2の座標系 $X1$ ,  $Y1$ ,  $Z1$ ,  $C$ を求めてステップS7に進む。ステップS5において、旋回中であれば次のステップS10に進

み、後述する作業機5の駆動と車体2の旋回駆動との複合動作による位置計測の演算を実行し、車体2の座標系 $X1, Y1, Z1, C$ を求めてステップS7に進む。

【0056】つぎに、ステップS7において、演算で求めた車体2の座標系 $X1, Y1, Z1, C$ を更新し、 $Y1$ を現在のヨー角 $\theta$ として更新する。つぎに、ステップS8に進み、車体2の位置 $C$ 、ヨー角 $\theta$ 及びリンク角度 $q1, q2, q3$ より、現在のバケットの位置及び方向を計算する。つぎに、ステップS9に進み、車体2及びバケット8の現在の位置及び方向をGUI45に表示すると共に、目標位置への移動制御などの他の制御にこれらのデータを使用しステップS2に戻る。

【0057】ステップS3において、停止中でない、すなわち、クローラ4による移動中であれば次のステップS11に進み、ヨー角 $\theta=999.999$ か否かを判定する。ヨー角 $\theta=999.999$ であればステップS2に戻り、そうでなければ、次のステップS12に進む。ステップS12では、回転センサ23からの信号 $m1, m2$ から求まる左右のクローラの回転数及び車体2の回転センサ22からの信号 $r$ から推測航法により、ヨー角の変化量 $\Delta\theta$ を計算すると共に、移動量 $\Delta x, \Delta y$ を計算する。

【0058】つぎに、ステップS13に進み、ヨー角 $\theta$ に変化量 $\Delta\theta$ を加え現在のヨー角 $\theta$ の推測値として更新する。つぎに、ステップS14に進み、この推測値であるヨー角 $\theta$ 及び移動量 $\Delta x, \Delta y$ に基づき、車体2の座標系 $X1, Y1, Z1, C$ を更新し、ステップS8に進む。

【0059】つぎに、ステップS6における、作業機5のみの駆動による位置計測について、図4を参照しながら説明する。

【0060】車体2に対するブーム6の回転中心を $C1$ 、ブーム6に対するアーム7の回転中心を $C2$ 、アーム7に対するバケット8の回転中心を $C3$ とし、アンテナ49の装着位置を $P$ 、バケット8の先端位置を $Q$ とする。車体2の旋回軸を $Z1$ とし、ブーム6の回転中心 $C1$ の旋回軸 $Z1$ への投影点を車体の座標系原点 $C$ （以降、旋回中心 $C$ と呼ぶ）とし、旋回中心 $C$ の作業機平面（ $C1, C2, C3$ にて定まる平面）への投影点を $C'$ とする。また、 $C1$ の $C$ に対する位置の $X1$ 成分、 $Y1$ 成分を $Lb2, Lb1$ とする。

【0061】車体2が旋回せずに作業機5のみ駆動した場合、アーム7に装着されたアンテナ49は同一平面（以降、作業機移動平面と呼ぶ）上を移動する。このとき、アンテナ位置 $P$ について3つの位置 $P1, P2, P3$ の位置データを計測すると共に、各点におけるブーム角 $q1$ 及びアーム角 $q2$ の値も計測する。

【0062】例えば、点 $P1$ とブーム6の回転中心 $C1$ （3点 $P1, P2, P3$ によって定まる作業機移動平面上にある）との距離は、点 $P1$ の位置データ及びリンク角

度データ $q1, q2$ から求めることができる。よって、作業機移動平面上にある3点 $P1, P2, P3$ の内のいずれか2点から回転中心 $C1$ までの距離がそれぞれ求めることにより、作業機移動平面上にあるブーム6の回転中心 $C1$ の位置を求める。同様に、3点 $P1, P2, P3$ によって定まる作業機移動平面上にある旋回中心 $C$ の投影点 $C'$ の位置を求める。また、作業機移動平面の垂線 $X1$ も求まるので、固定値 $Lb2$ より旋回中心 $C$ の位置が求まる。 $C'$ と $C1$ とから $Y1$ も求まり、 $X1$ と $Y1$ とから旋回軸である $Z1$ が求まる。これにより、車体2の座標系 $X1, Y1, Z1, C$ が定まる。

【0063】つぎに、ステップS10における、作業機5の駆動と車体2の旋回駆動との複合動作による位置計測について、図5を参照しながら説明する。前出と同じものについては、同じ符号をつけ説明を省略する。

【0064】図5(a)に示すように、旋回軸上の点で旋回中心 $C$ から $Lb3$ 高い仮想点を $C''$ とする。作業機5と車体2とが同時に駆動した場合であっても、旋回軸上にある旋回中心 $C$ 及び仮想点 $C''$ の位置は不変である。このとき、アンテナ位置 $P$ について3つの位置 $P6, P7, P8$ の位置データを計測すると共に、各点におけるブーム角 $q1$ 及びアーム角 $q2$ の値も計測する。

【0065】3点 $P6, P7, P8$ から旋回中心 $C$ までの距離はそれぞれ、3点 $P6, P7, P8$ の位置データ及び各点でのリンク角度データから求まるので、旋回中心 $C$ の位置は定まる。同様に仮想点 $C''$ の位置も定まる。 $C$ と $C''$ とから $Z1$ が求まる。あるいは、ここで $Z1$ は、前回作業機のみが駆動されたときの $Z1$ を用いてもよい。あるいは、傾斜角センサを車体2あるいは作業機5に取り付けて求めてもよいし、あるいは鉛直であると仮定してもよい。

【0066】旋回によって座標軸 $X1, Y1$ も回転するわけであるが、ある任意のアンテナ位置 $P$ における座標軸 $X1, Y1$ は、以下の様にして求められる。旋回中心 $C$ を含む $Z1$ に垂直な面への $P$ の投影点を $P'$ とすると、 $P$ 及び $P'$ は共に作業機平面上にある。作業機平面は旋回中心 $C$ から固定値 $Lb2$ 離れた平面であるから、図5(b)に示すように作業機平面は定まり、作業機平面への垂線として $X1$ が求まる。 $X1$ と $Z1$ とから $Y1$ が求まる。

【0067】車体2の位置及び方向を求める上記方法は、上記のように3点の位置を用いれば可能であるが、さらに多くの点を使って統計処理を加えると、より高い精度で求めることができる。統計処理の方法には多種の方法がある。例えば、3つより多い複数の点の中から複数の組み合わせを選び、その結果を平均してもよい。この時、例えば相互距離の大きい点を選んだり、GPSの出力する衛星数、ドップラー効果による移動速度、DOP (Dilution Of Precision) など精度指標値の良い点を選んだり、その時の各軸の速度が小さい点を選んだ

り、また、新しい点を優先したりしてもよい。移動しながら計算し、このような指標値や、計算した結果の標準偏差が小さくなる場合だけ新たな車体の位置及び方向を新たな値に書き換えてもよい。また、十分な精度が得られないときには、その旨ワーニング表示してもよい。

【0068】つぎに、図6、7を参照しながら、位置計測装置を他の機械に取り付けた際などに必要となるリンク角度センサ26、27、28の校正方法について説明する。

【0069】前出と同じものについては、同じ符号をつけ説明を省略する。作業機5を例えば図6のように、バケット8、アーム7、ブーム6の順に単独で駆動させることにする。単独に駆動すれば、駆動順は任意で良い。また、GPSアンテナ49はバケット8先端に取り付ける。

【0070】最初に、バケット8のみを駆動させることによって、図7(a)に示すようにC3を中心とする円弧状の3点P31、P32、P33の位置データより、回転中心C3及び回転半径L3を求めることができる。このとき、3点P31、P32、P33でのバケット角センサ28からの入力値を記憶しておく。つぎに、バケット8を動かさずに、アーム7のみを駆動させることによって、図7(b)に示すようにC2を中心とする円弧状の3点P21、P22、P23の位置データより、回転中心C2及び、C2とC3との距離L2を求めることができる。このとき、3点P21、P22、P23でのアーム角センサ27からの入力値を記憶しておく。

【0071】ここで、アームの回転中心C2が求まったので、先ほどの3点P31、P32、P33でのバケット角 $q_3$ をそれぞれ算出できる。そこで、この算出した各バケット角 $q_3$ と、先ほど記憶しておいたバケット角センサ28からの入力値との対応を記憶する。

【0072】つぎに、同様にしてバケット8、アーム7を共に動かさずに、ブーム6のみを駆動させることによって、図7(c)に示すようにC1を中心とする円弧状の3点P11、P12、P13の位置データより、回転中心C1、作業機移動平面の垂線X1及び、C1とC2との距離L1を求めることができる。このとき、3点P11、P12、P13でのアーム角センサ27からの入力値を記憶しておく。

【0073】ここで、ブームの回転中心C1が求まったので、先ほどの3点P21、P22、P23でのアーム角 $q_2$ をそれぞれ算出できる。そこで、この算出した各アーム角 $q_2$ と、先ほど記憶しておいたアーム角センサ27からの入力値との対応を記憶する。

【0074】つぎに、同様にしてバケット8、アーム7、ブーム6を共に動かさずに、車体2のみを回転させることによって、図7(d)に示すようにC0を中心とする円弧状の3点P01、P02、P03の位置データより、回転中心C0及び回転軸であるZ1を求めることができ

る。

【0075】Z1と先ほど求めたX1とから、Y1を求めることができるので、先ほどの3点P11、P12、P13でのブーム角 $q_1$ をそれぞれ算出できる。そこで、この算出した各ブーム角 $q_1$ と、先ほど記憶しておいたブーム角センサ26からの入力値との対応を記憶する。また、C0、C1、X1及びY1より、回転中心Cの位置と、C1のCからの距離パラメータLb1、Lb2とを求めることができる。

【0076】最後に、GPSアンテナ49をアーム7の通常使用する位置(図1参照)に装着する。その状態でアーム7のみを回転させることによって、C2とアンテナ位置Pとの距離Lpを求めることができる。また、現在のC1、C2の位置と、アーム角 $q_2$ とから、アンテナ位置Pの角度パラメータqpも定めることができる。

【0077】このようにして、リンク部材を順番に単独で駆動させることによって、複雑な校正作業を簡単にこなうことができる。センサを使用して作業機を制御するときには、この計測による角度値と角度センサ入力値との対応関係を用いて角度センサ入力値より回転角度を求めて作業機を制御すればよい。これによって、取り付け精度を気にせずにセンサを取り付けることができるし、直線性の悪いセンサでも精度良く使うことができる。

【0078】ここでは、座標系を求める際、簡単のため計算に必要な3点を用いて校正作業を行なったが、より多い点を用いて統計的処理を加えてもよい。簡単には、適当に選んだ3点の組み合わせで別々にパラメータを求め、その平均値を利用してもよい。そのときのバラツキが閾値以下に収まらないときには、その旨ワーニングを表示してもよい。さらに、必要な点の数と、移動角度を予め定め、数が不足する場合には、つまり、作業機の操作が小さすぎたり、早すぎた場合には、ワーニングを表示してもよい。また、可動範囲全体にわたって、より多くの点での角度と角度センサの入力値との対応関係を記憶することが精度の向上にとって望ましい。

【0079】なお、本実施形態では、GPSアンテナ49をアーム7に取り付けた場合を示したが、ブーム6にあるいは、バケット8に取り付けても同様である。また、角度センサは重力を利用した傾斜センサでもよい。この場合、リンク相互の角度は、前後のリンクの傾斜角センサ信号の差分より求めることができる。また、油圧シリンダのストロークを検出する長さセンサでもよい。さらに、また、GPSの代わりにロボティクストータルステーションまたは、その他の3次元位置計測装置を用いてもよい。

【0080】油圧ショベル1の作業機5には、テレスコピックアームのように直動軸を持つものもあるが、その場合は長さセンサを用いればよい。また、ツーピースブームやオフセットブームを採用した場合でも、リンク部材が増えた分だけセンサを加えればよい。この場合で

も、複数の3次元位置から旋回中心などへの距離を求める方法は同じである。

【0081】また、作業機5に単独のGPSを取り付けるだけでなく、車体の例えば旋回中心軸上の車体にGPSを取り付け、旋回中心の位置計測精度を向上させる方法も考えられる。この場合にも、同様の方法で、旋回軸の向きや車体の方向 $X1$ 、 $Y1$ 、 $Z1$ を求めることができる。

【0082】また、図示しないが、GPSやトータルステーションのほか水平方向の高さを計測するスキャン式レーザをつけ、高さ方向の制御を実施することもできる。スキャン式レーザとアームの角度センサおよび、バケットとアームとの角度センサがあれば、バケットの高さ方向の情報を得ることができる。

【0083】走行方法は、クローラ4にて説明したが、ホイールでも構わない。また、作業用ツールとしてバケット8にて説明したが、ブレーカーやカッターでも同様である。

【0084】以上説明したように、本発明によれば、旋回をすることなく作業機を動かすだけで、車体やバケットの位置及び方向を求めることができる。また、旋回中に作業機を動かしていても、車体やバケットの位置及び方向を求めることができる。つまり、位置及び方向を求めるためだけの動き（作業を行うのに不要な動き）が不要となり、通常の作業駆動により車体やバケットの位置及び方向を求めることができ、作業効率を向上することができる。また、不要な旋回を行う必要がないので、作業の安全性をより向上できる。また、クローラによる車両移動を行っても位置及び方向を推測しているので、移動直後より正しいバケット位置を示すことができる。ま

た、その後目標位置へのバケットの移動指令をした際、この移動に伴い車体の位置及び方向を再計算し、目標指令値も随時更新され、精度よく目標位置に到達することが可能となる。

【0085】さらに、リンク角度センサを簡単に校正できるので、直線性の悪いセンサでも精度良く使うことができ、取り付け作業が簡単で、他の機械への汎用性が高くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の油圧ショベルの側面図である。

【図2】本発明の実施形態のブロック図である。

【図3】本発明の実施形態の演算フロー図である。

【図4】本発明の実施形態の演算を説明する図である。

【図5】本発明の実施形態の別態様の演算を説明する図である。

【図6】本発明の実施形態の校正動作を説明する図である。

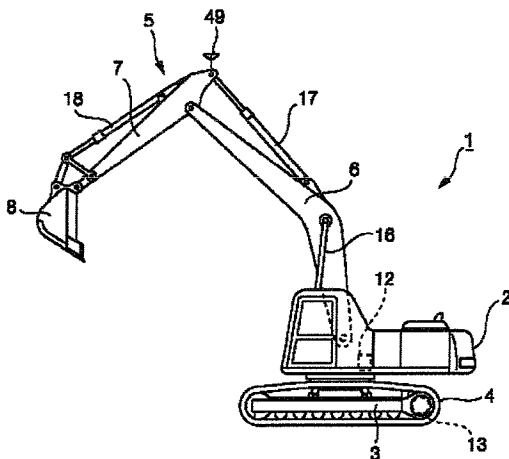
【図7】本発明の実施形態の校正演算を説明する図である。

【図8】従来技術の油圧ショベルを説明する図である。

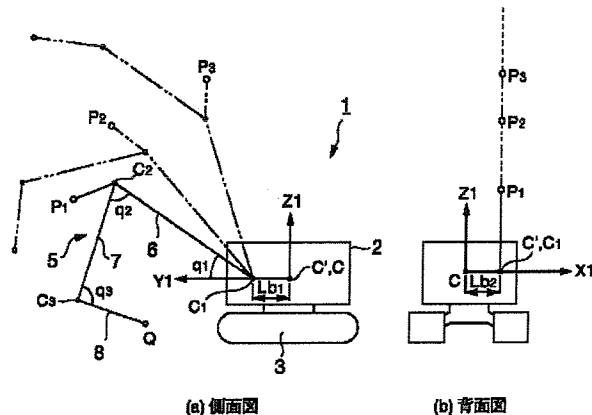
【符号の説明】

1…油圧ショベル、2…車体、3…下部走行体、4…クローラ、5…作業機、6…ブーム、7…アーム、8…バケット、22…旋回用回転センサ23、…クローラ用回転センサ、26…ブーム角センサ、27…アーム角センサ、28…バケット角センサ、30…コントローラ、31…記憶部、40…測位コントローラ、41…記憶部、45…GUI、48…GPS測量機、49…GPSアンテナ。

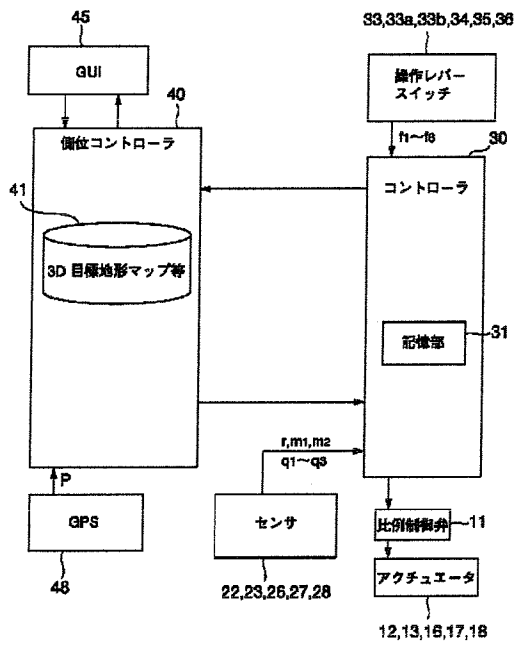
【図1】



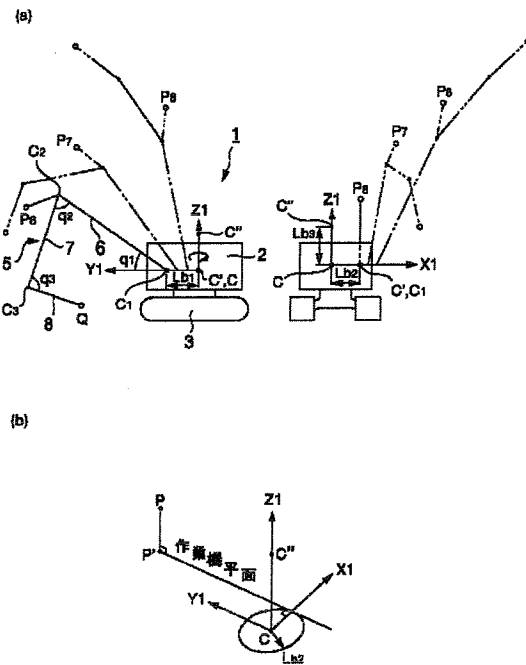
【図4】



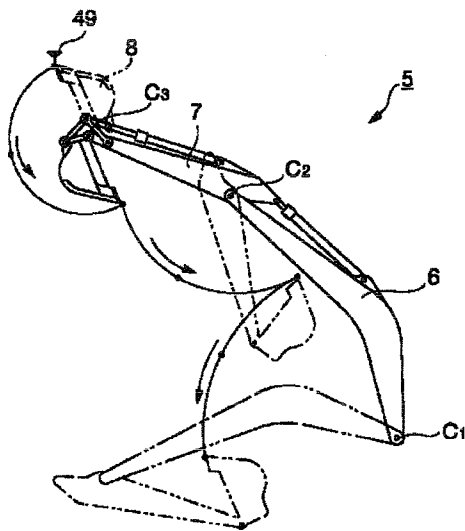
【図2】



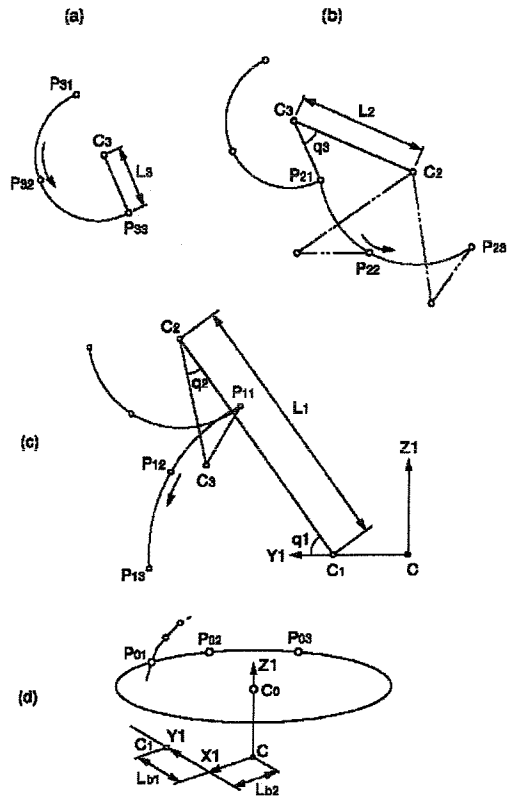
【図5】



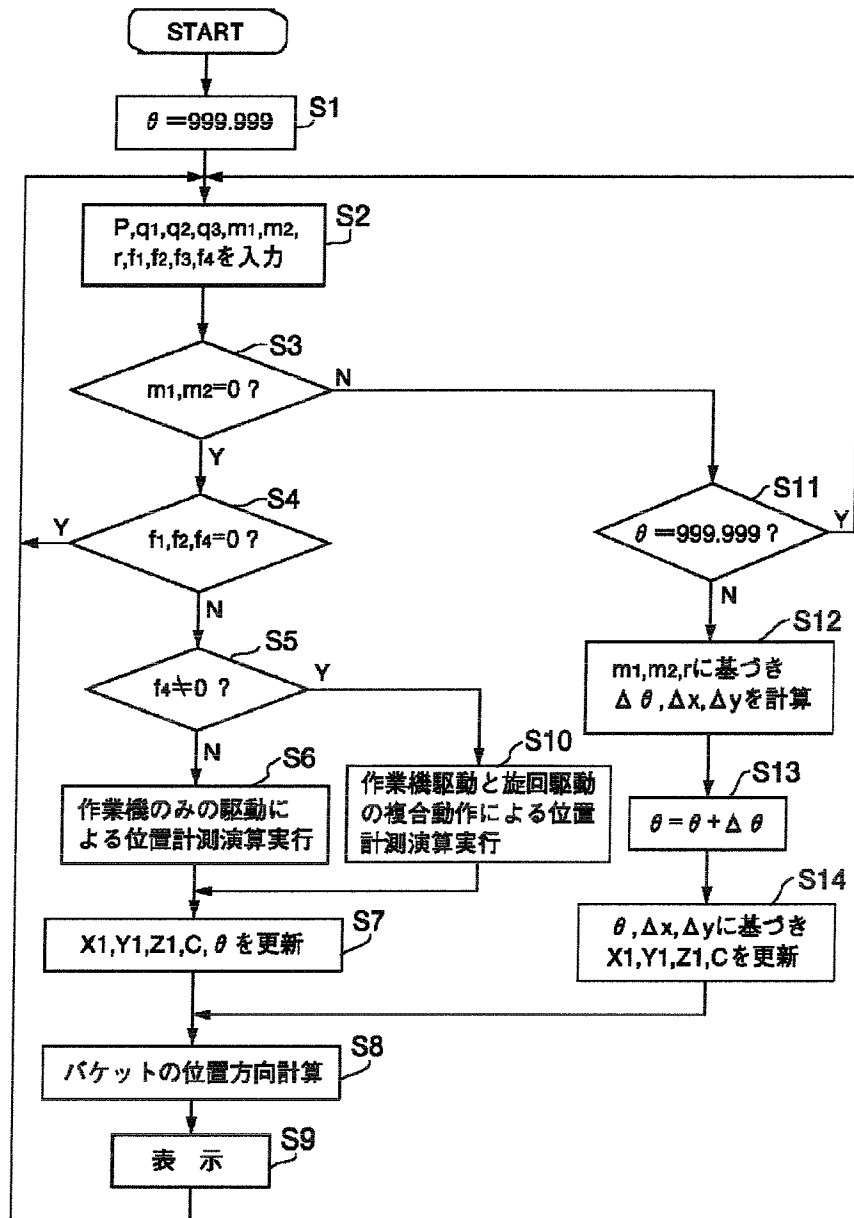
【図6】



【図7】

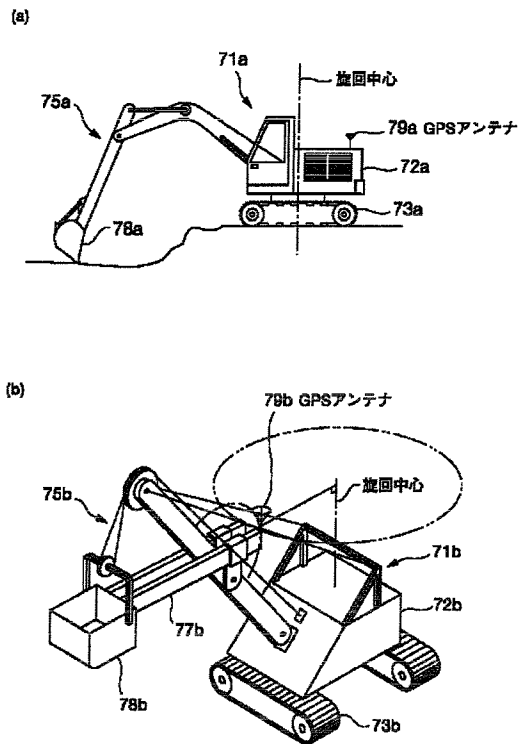


【図3】





【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2D003 AA01 AB02 AB03 AB04 BA01  
BA03 BA04 BA06 BA07 BB07  
DB03 DB04 DB05 DC07  
3F059 AA08 BA02 BB07 DA02 DB08  
DD00 DE02  
5J062 AA01 BB01 BB08 CC07